

3. *Dr. Sadhu Singh*. Computer aided design and manufacturing. Naryana, Delhi. — 1998. — 596 с.
4. *Ши Д.* Численные методы в задачах теплообмена: Пер. с англ. — М.: Мир, 1988. — 544 с.
5. *Баландин Г. Ф.* Основы теории формирования отливки: В 2 ч. — М.: Машиностроение, 1979. — 335 с.

УДК 669.05.054.79

Н. А. СВИДУНОВИЧ, докт. техн. наук,  
А. Н. КИЗИМОВ (БГТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БРИКЕТА, ИСПОЛЪЗУЕМОГО В КАЧЕСТВЕ ШИХТОВОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ЧУГУНА

В последние годы вопрос наиболее полного использования отходов производства и потребления стал важнейшим в экономической политике индустриально развитых стран. Вторичные ресурсы — относительно дешевое сырье. Поэтому выгодно, целесообразно и экономически необходимо существенное расширение их использования. Научной основой ресурсосберегающих тенденций современной экономики являются идеи технологически замкнутого кругооборота использования природного вещества и становления на этой основе безотходных производств.

При обработке изделий из черных сплавов в значительном количестве образуются стружка, отходы чугунной дробы («колотая» дробь) от дробеметных камер и барабанов, окалина после очистки деталей, прошедших термообработку, металлизированная пыль от обдирочных станков и электродуговых печей, а также металлизированные шламы от шлифовальных станков и др. Если в настоящее время чугунную и стальную стружку используют в виде брикетов для выплавки чугуна и стали, то остальные металлсодержащие отходы не считают шихтовым материалом и вывозят на свалки, что неэффективно и отрицательно сказывается на состоянии окружающей среды. Анализ работы многочисленных литейных цехов показывает, что существующая технология брикетирования стружки холодным способом на гидропрессах не позволяет использовать, кроме стружки, другие металлсодержащие отходы, а неудовлетворительное качество брикетов — низкая плотность и

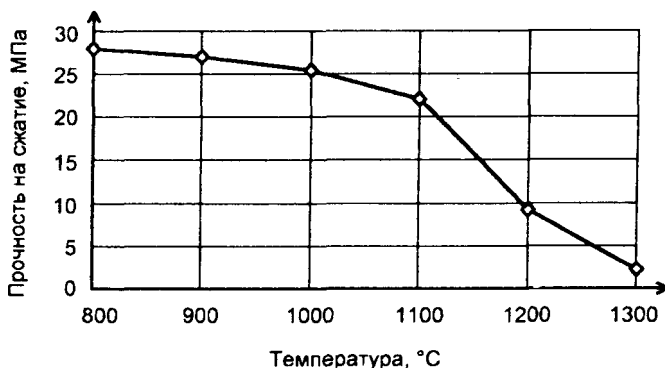


Рис. 1. Зависимость прочности брикета на сжатие от температуры

прочность — приводит к их разрушению и сильному окислению в шахтах вагранок и тиглях индукционных печей.

Состав металлсодержащей части брикетов должен определяться балансом образования отходов на машиностроительных предприятиях республики и подбираться так, чтобы полностью использовать образующиеся на предприятиях металлсодержащие отходы. Исходя из этого, состав металлсодержащей части брикетов имеет следующие соотношения, % (по массе):

чугунная стружка	45—55
чугунная колотая дробь	20—30
пыль от наждачных кругов и электродуговых печей	10—12
окалина	5—10

Для вторичной переплавки металлоотходов необходимо:

получение композиционного полуфабриката (брикета) требуемой механической прочности и плотности;

защита переплавляемого металлизированного продукта от вторичного окисления при нагреве во время плавки и довосстановления оксидов железа для увеличения коэффициента извлечения.

Оптимальным по своим технологическим свойствам и доступности следует считать связующее — жидкое стекло. Это нетоксичное связующее обладает ценным свойством: смеси на жидком стекле незначительно теряют прочность при нагреве до 1000—1100 °C (рис. 1), что позволяет брикету, не разрушаясь, дойти до плавильной зоны вагранки.

Испытания металлсодержащих композиционных брикетов на сырую прочность в зависимости от количества связующего показали, что при содержании последнего в смеси от 2 до 10 % сырая

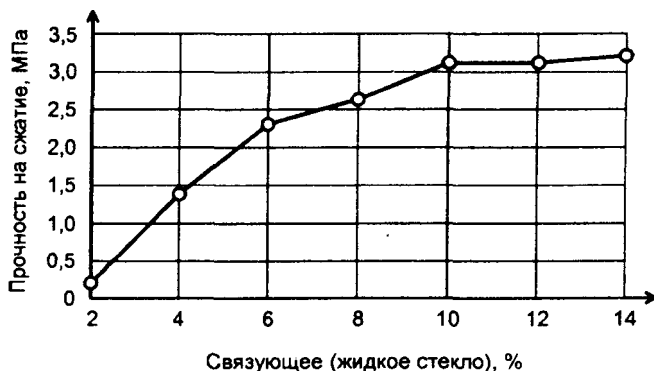


Рис. 2. Зависимость прочности брикета от количества связующего

прочность монотонно возрастает, а свыше 10 % наблюдается резкое затухание повышения прочности с увеличением количества связующего. Это явление обусловлено тем, что при прессовании брикетов с содержанием жидкого стекла более 10 % (по массе) происходит выдавливание избыточного количества из смеси и оно не оказывает связующего эффекта (рис. 2). Исходя из этого, оптимальное количество связующего — 6—8 %.

Для упрощения технологии изготовления и снижения стоимости брикетов важен выбор способа отверждения жидкостекольного связующего.

Для жидкостекольных смесей обычно применяемыми способами отверждения являются:

- тепловая сушка;
- продувка углекислым газом;
- использование специальных отвердителей.

Если тепловая сушка несомненно приведет к энергозатратной технологии, а применение углекислого газа вызовет определенные технические сложности при создании оборудования для сушки брикетов, то специальные отвердители позволят создать наиболее простую технологию и дешевое оборудование для изготовления композиционных брикетов.

Независимо от способа переплава в вагранке чугунная стружка до расплавления находится в течение определенного времени под воздействием окислительной атмосферы, что приводит к образованию на ее поверхности оксидов железа и является главной причиной повышенного угара как металлической основы стружки, так и ее основных элементов. Для устранения отмеченных недостатков в состав композиционных брикетов вводится восстановитель — углеродсодержащий материал (отсев кокса).

С целью определения необходимого количества углерода для восстановления оксидов железа в металлсодержащем брикете были проведены стехиометрические расчеты, из которых следует, что на восстановление 1 кг металлической шихты необходимо 0,075 кг восстановителя, т. е. 7,5 % (по массе) от количества металлошихты.

Результаты опытов показали, что степень окисленности брикета с повышением температуры понижается, т. е. происходит увеличение  $Fe_m$ , тем самым подтверждается протекание восстановительных процессов (рис. 3). Так, окисляемость брикетов после нагрева продолжительностью 60 мин снижается по сравнению с исходной в среднем на 4,5 % при 700 °С; 9,5 при 950 °С; 11,4 при 1000 °С; 13,3 % при 1100 °С. Таким образом, результаты опытов по восстановлению оксидов железа в брикетах с помощью углеродсодержащего материала находятся в полном соответствии с теоретическими расчетами.

Новая технология изготовления брикетов позволяет полностью использовать образующиеся на предприятиях металлсодержащие отходы. Применение связующего придает композиционным брикетам требуемую холодную прочность и временную термостойкость до 1100 °С без обжига и горячей сушки. Использование в составе композиционного брикета восстановителя дает возможность создавать восстановительную среду на поверхности брикетов в процессе плавки и тем самым снизить угар металла. Такая технология позволяет увеличить до 90—95 % коэффициент извлечения железа из окисленных дисперсных железосодержащих отходов, снизить на 10—20 % стоимость заменяемых традиционных компонентов ваграночной шихты.

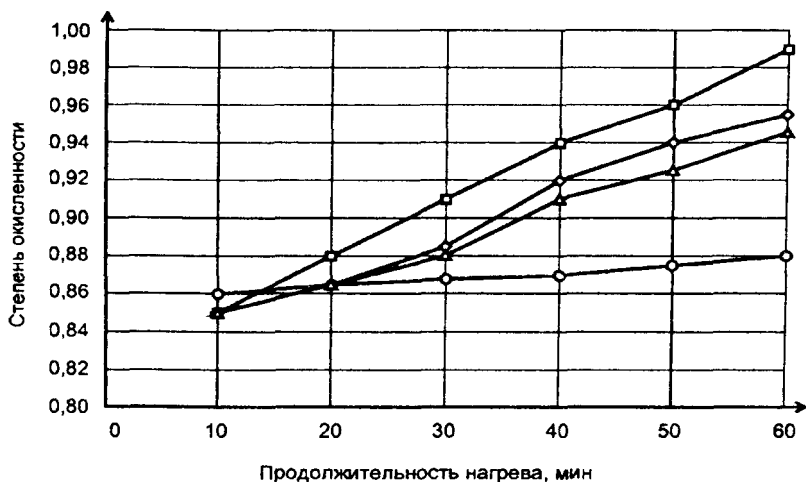


Рис. 3. Изменение степени окисленности брикетов в зависимости от продолжительности нагрева при различных температурах:

—□— 1100 °С; —◇— 1000 °С; —△— 950 °С; —○— 700 °С